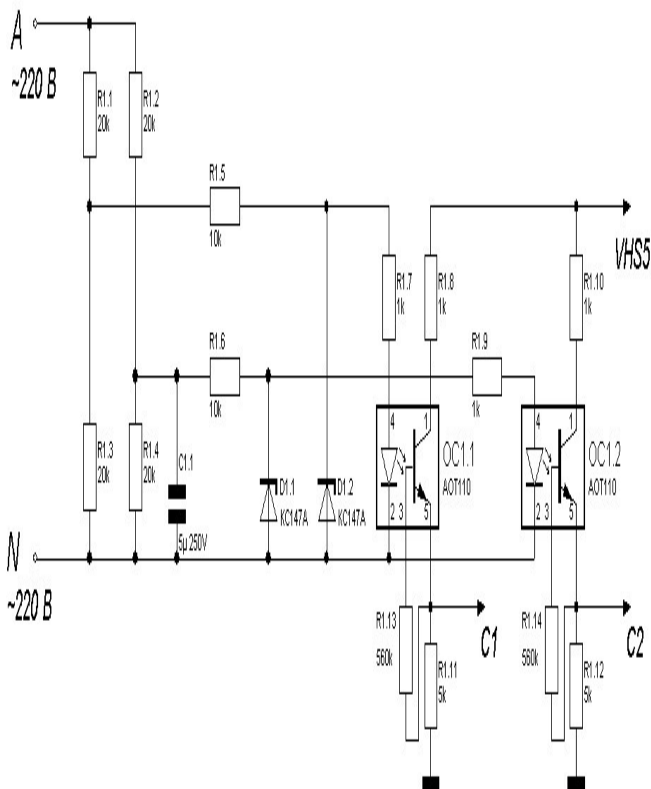
VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com


A
~220 B
R1.1
20k
R1.2
20k
R1.5
10k
VHS5
R1.7
1k
R1.8
1k
R1.10
1k
R1.6
10k
R1.9
1k
R1.3
20k
R1.4
20k
C1.1
5µ 250V
D1.1
KC147A
D1.2
KC147A
4
1
2 3
5
OC1.1
AOT110
OC1.2
AOT110
N
~220 B
R1.13
560k
R1.11
5k
C1
R1.14
560k
R1.12
5k
C2

- Генератор реактивной мощности 2 кВт








Генератор реактивной мощности 2 кВт

Устройство предназначено для отмотки показаний индукционных электросчетчиков без изменения их схем включения. Применительно к электронным и электронно-механическим счетчикам, в конструкцию которых заложена неспособность к обратному отсчету показаний, устройство позволяет полностью остановить учет до мощности потребления в несколько кВт. При указанных на схемах

элементах устройство рассчитано на номинальное напряжение сети 220 В и мощность отмотки 2 кВт. Применение других элементов позволяет соответственно увеличить мощность.

Устройство, собранное по предлагаемой схеме, просто вставляется в розетку и счетчик начинает считать в обратную сторону. Вся электропроводка остается нетронутой. Заземление не нужно.

Теоретические основы

Работа устройства основана на

том, что датчики тока электросчетчиков, в том числе и электронных, содержат входной индукционный преобразователь, имеющий низкую чувствительность к токам высокой частоты. Этот факт позволяет внести значительную отрицательную погрешность в учет, если потребление осуществлять импульсами высокой частоты. Другая особенность – счетчик является реле направления мощности, т.е если с помощью какого-либо источника (например дизель-генератора) питать саму электрическую сеть, то счетчик вращается в обратную сторону.

Перечисленные факторы позволяют создать имитатор

генератора. Основным элементом такого устройства является конденсатор соответствующей емкости. Конденсатор в течение четверти периода сетевого напряжения заражают от сети импульсами высокой частоты. При определенном значении частоты (зависит от характеристик входного преобразователя счетчика), счетчик учитывает только четверть от фактически потребленной энергии. Во вторую четверть периода конденсатор разряжают обратно в сеть напрямую, без высокочастотной коммутации. Счетчик учитывает всю энергию, питающую сеть. Фактически энергия заряда и разряда

конденсатора одинакова, но полностью учитывается только вторая, создавая имитацию генератора, питающего сеть. Счетчик при этом считает в обратную сторону со скоростью, пропорциональной разности в единицу времени энергии разряда и учтенной энергии заряда. Электронный счетчик будет полностью остановлен и позволит безучетно потреблять энергию, не более значения энергии разряда. Если мощность потребителя окажется большей, то счетчик будет вычитать из нее мощность устройства.

Фактически устройство приводит к циркуляции реактивной

мощности в двух направлениях через счетчик, в одном из которых осуществляется полный учет, а в другом – частичный.

Принципиальная схема устройства

Устройство состоит из четырех модулей, принципиальные схемы которых приведены на рис.1 - 4.

Интегратор (рис.1) предназначен для выделения из сетевого напряжения сигналов, синхронизирующих работу других модулей. Это прямоугольные импульсы уровня ТТЛ на выходах С1 и С2.

Фронт сигнала С1 совпадает с началом положительной полуволны сетевого напряжения, а спад – с началом отрицательной полуволны. Фронт сигнала С2 совпадает с началом положительной полуволны интеграла сетевого напряжения, а спад - с началом отрицательной полуволны. Таким образом, сигналы С1 и С2 представляют собой прямоугольные импульсы, синхронизированные сетью и смещенные по фазе относительно друг друга на угол /2.

Сигнал, соответствующий напряжению сети, снимается с резистивного делителя R1.1, R1.3, ограничивается до уровня 5 В с

помощью резистора R1.5 и стабилитрона D1.2, затем через узел гальванической развязки на оптроне OC1.1 подается на другие модули. Аналогично формируется сигнал, соответствующий интегралу напряжения сети. Процесс интегрирования обеспечивается процессами заряда и разряда конденсатора C1.1.

Система управления (рис.2) служит для формирования сигналов управления мощными ключевыми транзисторами рекуператора (рис.3). Алгоритм управления синхронизирован сигналами C1 и C2, получаемыми с интегратора. Для обеспечения импульсного процесса

протекания энергопотребления устройством служит задающий генератор на логических элементах DD2.3.4 и DD2.3.5. Он формирует импульсы частотой 2 кГц амплитудой 5 В. Частота сигнала на выходе генератора и скважность импульсов определяются параметрами времязадающих цепей C2.1-R2.1 и C2.2-R2.2. Эти параметры могут подбираться при настройке для обеспечения наибольшей погрешности учета электроэнергии, потребляемой устройством.

Логический блок системы на основе анализа сигналов C1 и C2 формирует сигналы U1 – U4, каждый

из которых управляет соответствующим плечом рекуператора. В необходимые моменты времени логический блок модулирует соответствующий выходной сигнал сигналом задающего генератора, обеспечивая высокочастотное энергопотребление.

Рекуператор (рис.3) представляет собой два одинаковых канала, каждый из которых обеспечивает подключение к электрической сети отдельного накопительного конденсатора С3.1 или С3.2. Канал управления конденсатором С3.1 состоит из мощных транзисторов Т3.2, Т3.6, выпрямительных диодов D3.1, D3.3,

усилительных каскадов на транзисторах Т3.1, Т3.3 и узлов гальванической развязки от электросети на оптронах ОС3.1, ОС3.3. Канал управления конденсатором С3.2 построен аналогично. За счет алгоритма работы системы управления обеспечивается работа конденсатора С3.1 на положительной полуволне сетевого напряжения, а С3.2 – на отрицательной.

Блок питания (рис.4) построен по классической схеме. Необходимость применения трех каналов питания продиктована особенностью связи каскадов рекуператора с электрической сетью.

При этом общим проводом можно лишь условно считать отрицательный полюс 5- вольтового выхода. Он не должен заземляться или иметь связь с проводами сети. Главным требованием к блоку питания является возможность обеспечить ток до 3 А на выходах 16 В. Это необходимо для ввода мощных ключевых транзисторов в режим насыщения в открытом состоянии. В противном случае на них будет рассеиваться большая мощность, и они выйдут из строя.

Детали и конструкция

Микросхемы могут применяться любые: 133, 156, 555 и других серий. Не рекомендуется применение микросхем на основе МОП - структур, так как они более подвержены влиянию наводок от работы мощных ключевых каскадов.

Ключевые транзисторы рекуператора обязательно устанавливаются на радиаторах. Лучше для каждого транзистора использовать отдельный радиатор площадью не менее 150 см2. Для транзисторов Т3.1, Т3.3, Т3.5, Т3.7 необходимы радиаторы площадью не менее 40 см2. Из соображений безопасности не следует использовать металлический корпус

устройства в качестве радиатора для транзисторов.

Для всех высоковольтных конденсаторов на схеме обозначено их номинальное напряжение. Конденсаторы на более низкое напряжение применять нельзя. Конденсатор C1.1 может быть только неполярным. В этом узле применение электролитического конденсатора не допускается. Схема рекуператора специально составлена для использования в качестве C3.1 и C3.2 дешевых электролитических конденсаторов, но надежнее и долговечнее всё-таки применение неполярных конденсаторов.

Резисторы: R1.1 – R1.4 типа

МЛТ-2; R3.17 - R3.22 проволочные мощностью не менее 10 Вт; остальные резисторы типа МЛТ-0.25.

Трансформатор Tr1 – любой маломощный с двумя раздельными вторичными обмотками на 12 В и одной на 5 В. Главное требование – обеспечить при номинальном напряжении 12 В ток каждой вторичной обмотки не менее 3 А.

Все модули устройства следует смонтировать на отдельных платах для облегчения последующей настройки. Устройство в целом собирают в каком-либо корпусе. Очень удобно (особенно в целях конспирации) использовать для этого

корпус от бытового стабилизатора напряжения, которые в недалеком прошлом широко использовались для питания ламповых телевизоров.

Наладка

При наладке схемы соблюдайте осторожность! Помните, что не вся низковольтная часть схемы имеет гальваническую развязки от электрической сети! Не рекомендуется в качестве радиатора для транзисторов использовать металлический корпус устройства. Применение

плавких предохранителей – обязательно! Накопительные конденсаторы работают в предельном режиме, поэтому перед включением устройства их нужно разместить в прочном металлическом корпусе.

Низковольтный блок питания проверяют отдельно от других модулей. Он должен обеспечивать ток не менее 3 А на выходах 16 В, а также 5 В для питания системы управления.

Затем налаживают генератор, отключив силовую часть схемы от электросети. Генератор должен формировать импульсы амплитудой 5 В и частотой около 2 кГц.

Скважность импульсов приблизительно 1/1. При необходимости для этого подбирают конденсаторы С2.1, С2.2 или резисторы R2.1, R2.2. Логический блок системы управления при условии правильного монтажа наладки не требует. Желательно только убедиться с помощью осциллографа, что на выходах U1–U4 есть сигналы прямоугольной формы.

Интегратор проверяют двулучевым осциллографом. Для этого общий провод осциллографа соединяют с нулевым проводом электросети (N), провод первого канала подсоединяют к точке соединения резисторов R1.1 и R1.3, а

провод второго канала – к точке соединения R1.2 и R1.4. На экране должны быть видны две синусоиды частотой 50 Гц и амплитудой около 150 В каждая, смещенные между собой по оси времени на угол /2.
Далее проверяют наличие сигналов на выходах C1 и C2. Для этого общий провод осциллографа соединяют с точкой GND устройства. Сигналы должны иметь правильную прямоугольную форму, частоту также 50 Гц, амплитуду около 5 В и также должны быть смещены между собой на угол /2 по оси времени. Если фазосмещение сигналов отличается от /2, то его корректируют подбирая конденсатор C1.1.

Настройка ключевых элементов рекуператора заключается в установке тока базы транзисторов Т3.2, Т3.4, Т3.6, Т3.8 на уровне не менее 1.5 - 2 А. Это необходимо для насыщения этих транзисторов в открытом состоянии. Для настройки рекомендуется отключить рекуператор от системы управления (выходы U1-U4), и при настройке каждого каскада подавать напряжение +5 В на соответствующий вход рекуператора U1-U4 непосредственно с блока питания. Ток базы устанавливают поочередно для каждого каскада, подбирая сопротивление резисторов R3.19 - R3.22 соответственно. Для

этого может потребоваться еще подбор R3.4, R3.8, R3.12, R3.16 для соответствующего каскада. После отключения напряжения на входе ток базы ключевого транзистора должен уменьшаться почти до нуля (несколько мкА).. Такая настройка обеспечивает наиболее благоприятный тепловой режим работы мощных ключевых транзисторов.

После настройки всех модулей восстанавливают все соединения в схеме и проверяют работы схемы в сборе. Первое включение рекомендуется выполнить с уменьшенными значениями емкости конденсаторов C3.1, C3.2

приблизительно до 1 мкФ. Конденсаторы лучше использовать неполярные. После включения устройства дайте ему поработать несколько минут, обращая особое внимание на температурный режим ключевых транзисторов. Если все в порядке – можете устанавливать электролитические конденсаторы. Увеличивать емкость конденсаторов до номинального значения рекомендуется в несколько этапов, каждый раз проверяя температурный режим.

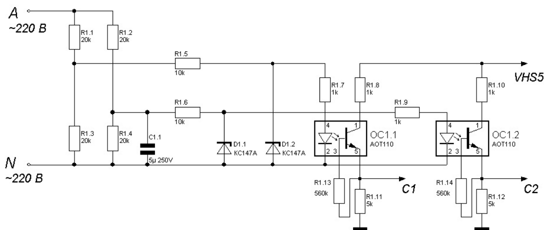
Мощность отмотки непосредственно зависит от емкости конденсаторов С3.1 и С3.2. Для увеличения мощности нужны

конденсаторы большей емкости. Предельное значение емкости определяется величиной импульсного тока заряда. О его величине можно судить, подключая осциллограф параллельно резисторам R3.17 и R3.18. Для транзисторов КТ848А он не должен превышать 20 А. Если требуется еще большая мощность отмотки, придется использовать более мощные транзисторы, а также диоды D3.1-D3.4.

Не рекомендуется использовать слишком большую мощность отмотки. Как правило, 1-2 кВт вполне достаточно. Если устройство работает совместно с другими

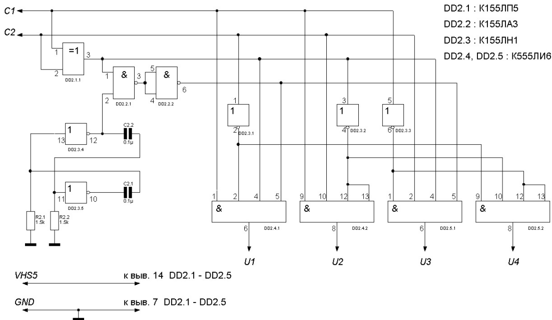
потребителями, счетчик при этом вычитает из их мощности мощность устройства, но электропроводка будет загружена реактивной мощностью. Это нужно учитывать, чтобы не вывести из строя электропроводку.

P.S. Не забывайте вовремя выключать устройство. Лучше всегда оставаться в небольшом долгу перед государством. Если вдруг Ваш счетчик покажет, что государство должно Вам, оно этого никогда не простит.



Ри с.1. Интегратор

Рис.2. Система управления


C1
C2
DD2.1 : К155ЛП5
DD2.2 : К155ЛА3
DD2.3 : К155ЛН1
DD2.4, DD2.5 : К555ЛИ6
=1
DD2.1.1
&
DD2.2.1
DD2.2.2
1
DD2.3.1
DD2.3.2
DD2.3.3
DD2.3.4
DD2.3.5
C2.2
0.1µ
C2.1
0.1µ
R2.1
1.5k
R2.2
1.5k
DD2.4.1
DD2.4.2
DD2.5.1
DD2.5.2
U1
U2
U3
U4
VHS5
к выв. 14 DD2.1 - DD2.5
GND
к выв. 7 DD2.1 - DD2.5

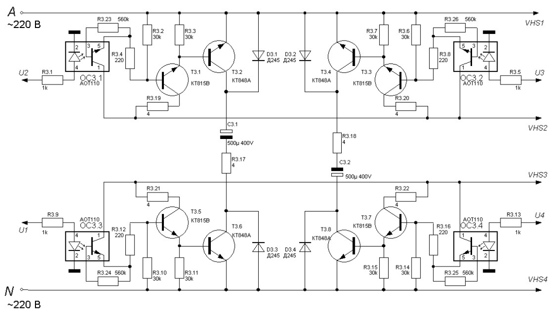


Рис.3. Рекуператор

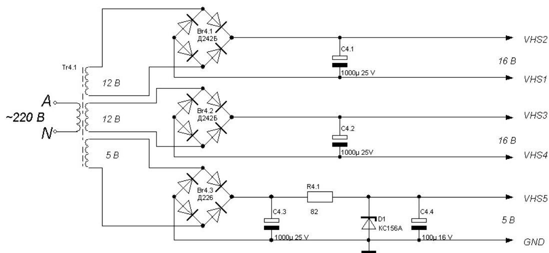


Рис.4. Блок питания